

特開平 11-80902

(432) 公開日 平成 11 年 (1999) 3 月 26 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	国内整理番号	F i	技術表示箇所
C22C 38/00	302		C22C 38/00	302 I
19/07			19/07	I
27/06			27/06	
38/38			38/38	
38/58			38/58	

審査請求 未請求 請求項の数 8 ○ L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平 9-238420	(71) 出願人	000001199 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区臨浜町 1 丁目 3 番 18 号
(22) 出願日	平成 9 年 (1997) 9 月 3 日	(72) 発明者	村上 昌吾 神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
		(72) 発明者	奥田 隆成 神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
		(72) 発明者	白石 幸弘 神戸市中央区臨浜町 1 丁目 3 番 18 号 株式会社神戸製鋼所神戸本社内
		(74) 代理人	弁理士 明田 晃

(54) 【発明の名称】 耐高温エロージョン・コロージョン性に優れた高 Cr 合金および高 Cr 合金部材

(57) 【要約】

【課題】 使用温度が 800℃ 以上の耐高温エロージョン・コロージョン性に優れた、特にごみ焼却炉ボイラ用の高 Cr 合金および高 Cr 合金部材を提供する。

【解決手段】 高 Cr 合金および高 Cr 合金部材の合金の組成を、C:0.5～1.5%, Si:1.0～4.0%, Mn:0.3～2.0%, Cr:35～60%、必要により Ni:3～15% を含有し、残留 Co および/または Fe および不可避的不純物からなり、かつ 35≦Cr (≦90 とすることである。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 合金成分として、 $0.8 \sim 1.5\%$ 、 $Si: 0.0 \sim 4.0\%$ 、 $Mn: 0.5 \sim 0.2\%$ 、 $Cr: 0.5 \sim 5.0\%$ を含有し、残部はFeおよび不可避免的の不純物からなり、かつ、重量比の比が $16:6 \sim 1:4$ であることを特徴とする耐高温度エロージョン・コロージョン性に優れた高Cr合金。

【請求項2】 合金成分として、更に $Ni: 0 \sim 15\%$ を含有する請求項1に記載の耐高温度エロージョン・コロージョン性に優れた高Cr合金。

【請求項3】 前記高Cr合金が組み焼却炉ボイラ用である請求項1または2に記載の耐高温度エロージョン・コロージョン性に優れた高Cr合金。

【請求項4】 前記組み焼却炉ボイラが流動床式組み焼却炉ボイラである請求項1乃至3のいずれか1項に記載の耐高温度エロージョン・コロージョン性に優れた高Cr合金。

【請求項5】 請求項1または2の高Cr合金を、鋼材の表面に被覆した耐高温度エロージョン・コロージョン性に優れた高Cr合金部材。

【請求項6】 前記鋼材が鋼管である請求項5に記載の耐高温度エロージョン・コロージョン性に優れた高Cr合金部材。

【請求項7】 前記部材が組み焼却炉ボイラ用である請求項5または6に記載の耐高温度エロージョン・コロージョン性に優れた高Cr合金部材。

【請求項8】 前記組み焼却炉ボイラが流動床式組み焼却炉ボイラである請求項7に記載の耐高温度エロージョン・コロージョン性に優れた高Cr合金部材。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】 本発明は、耐高温度エロージョン・コロージョン性に優れた高Cr合金乃至高Cr合金部材に関し、特に組み焼却炉ボイラ用に好適な耐高温度エロージョン・コロージョン性に優れた高Cr合金乃至高Cr合金部材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 都市組み焼却炉では、燃焼によって生じる廃熱をエネルギーとして有効利用するために、廃熱を熱源としたボイラを設置して、発電を行う例が多い。この組み焼却炉ボイラのうちでも、特に流動床式組み焼却炉ボイラは、焼却炉内の流動層内に鋼管製の燃熱管を直接挿入して熱交換を行うので、焼却炉から出る燃ガスから熱回収を行うよりも、エネルギー効率を格段に高めてできるものである。しかし、この流動床式組み焼却炉ボイラは、流動層中の固体粒子を流動にさせて形成した流動層が鋼管表面を通過して、この燃熱管を行う形式の焼却炉である。したがって、焼却炉の流動層内に直接挿入された燃熱管などの高Cr合金部材は、組み焼却炉の発生する熱ガスや腐蝕性物質のため、または SO_2 や NO_x 等の腐蝕性物質の存在によって、非常に速激な腐食腐食

(高温度コロージョン)環境下にある。また、流動層内には、この高温度コロージョンだけではなく、高速度の流動砂が常に噴出しており、特に流動砂の流速の大きい場合には、その流速の1～3乗に比例して、流動砂により燃熱管が激しい磨耗、即ち高速度エロージョンを受ける。

【0003】したがって、このような用途に用いられる、組み焼却炉ボイラ用合金乃至燃熱管を含めた組み焼却炉ボイラ用部材には、前記高温度エロージョンおよび高速度コロージョンの両方に対する耐磨耗性および耐食性

(以下、耐高温度エロージョン・コロージョン性と言う)を有することが必要である。

【0004】この耐高温度エロージョン性や、耐高温度コロージョン性を高めた合金は、従来から種々提案されている。例えば、特公昭58-6779号公報では、耐磨耗性および溶接性鉄-ニッケル-コバルトベース合金として、10%までの Mo 、 W 、 $20 \sim 35\%Cr$ 、 $0.6 \sim 1.7\%Si$ 、 $0.9 \sim 1.5\%C$ 、 1.0% 以下 B を含む合金が提案されている。特公昭54-7145号公報では、耐磨耗性および耐食性ニッケルベース合金として、 $20 \sim 35\%Cr$ 、 $1 \sim 4\%Si$ 、 $1.7 \sim 0.3\%C$ を含む W - C 型の炭化物を形成させた Ni 合金が提案されている。特開昭55-154642号公報では、ニッケル-コバルト-クロム合金として、基本的に $20 \sim 47\%Ni$ 、 $6 \sim 35\%Co$ 、 $18 \sim 35\%Cr$ 、 $0.6 \sim 2.5\%C$ 、 $0.5 \sim 2.5\%Si$ を含む Fe 合金が提案されている。また、特公平2-36359号公報では、 $6.0 \sim 14.0\%Cr$ 、 $0.8 \sim 2.4\%B$ 、 $0.5 \sim 5.0\%Si$ 、 $0.5 \sim 15\%W$ 、 $10 \sim 40\%Co$ を含む $Fe-Co$ 合金が提案されている。更に、特開昭61-169174号公報では、 20% 以上の Cr を含有する Co 基合金の内盛り層を備えたボイラ用部材が提案されている。また、特開昭63-10087号公報では、 $0.1 \sim 3.0\%C$ 、 2% 以下 Si 、 20 以下 W 、 $23 \sim 32\%Cr$ 、 $1 \sim 7\%Mo$ 、 $0 \sim 5.5\%W$ 、 3% 以下 Ni 、 5% 以下 Fe を含有する内盛り用耐熱 Cr 基合金が提案されている。また、特開昭61-173993号公報では、 $0.01 \sim 0.50\%C$ 、 $0.1 \sim 2.0\%Si$ 、 $35 \sim 60\%Cr$ 、 $0.5 \sim 4.0\%Al$ 、 $1.0 \sim 0.2\%$ に加えて、更に W 、 Ni 、 Nb 、 Mo 、 W 、 Fe を含有する Ni 乃至 Co 基合金内盛り溶接材料が提案されている。更に、特許第2561567号公報では、 $0.02 \sim 0.1\%C$ 、 $1 \sim 5\%Si$ 、 5% 以下 W 、 $10 \sim 20\%Cr$ 、 $30 \sim 50\%Ni$ 、 $0.5 \sim 3\%Mo$ 、 $10 \sim 40\%Co$ 、 $0.5 \sim 5\%W$ を含有する組み焼却炉ボイラ用 Fe 合金が提案されている。

【0005】【発明が解決しようとする課題】しかし、近年、前記組み焼却炉ボイラに燃熱管を利用した発電の事故増加のために、ボイラ部材の使用温度は $550^\circ C$ 以上の高温になり、使用環境が、より過酷になってきている。このため、このような環境下では、前記従来の合金では満足する通り、使用寿命が短いことが問題となっている。例えば、前記特許第2561567号公報の組み焼却炉ボイラ用合金は、発電温度 $550^\circ C$ まで使用可能 $500^\circ C$ 以上は使用不可能であることが明記されている。したがって、使用温度 $550^\circ C$

以上により高温下での、耐高温エロージョン・コロージョン性に優れるごみ焼却炉ボイラ用合金乃至ボイラ用部材が求められていたが、この特性を有する合金が、今まで実用化されておらず、ごみ焼却炉ボイラの効率を高めることには限界があったというのが実情である。

【0006】本発明はこの様な事情に着目してなされたものであって、その目的は、使用温度が800℃以上の耐高温エロージョン・コロージョン性に優れた、特にごみ焼却炉ボイラ用の高Cr合金および高Cr合金部材を提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するためには、本発明の要旨は、高Cr合金の組成を、C:0.5～1.5%、Si:1.0～4.0%、Mn:0.5～1.0%、Cr:35～60%、必要によりNi:3～15%を含有し、残部Crおよび/またはFeおよび不可避的不純物からなり、かつCr量とC量との比を35≦Cr/C≦90とすることである。

【0008】また、この高Cr合金を、鋼材、特に熱伝導鋼管などの表面に被覆した高Cr合金部材とすれば、耐高温エロージョン・コロージョン性に優れる、特にごみ焼却炉ボイラなどの用途の高Cr合金部材とすることができる。

【0009】本発明者は、高Cr合金において、流動床式ごみ焼却炉ボイラにおける耐高温エロージョン・コロージョン性と、CおよびCrとの関係について調査検討した結果、耐高温エロージョン性および耐高温コロージョン性の両特性を満足するためには、Cr/Cの規定が重要であることを知見した。前記従来技術においても、CがCrなどとともにNi、Mn、Si、Cr炭化物を形成して耐高温エロージョン性に効果があるとともに、Crが耐高温コロージョン性に効果があることは公知である。にも拘らず、このCとCrを共に含有させた前記従来技術において、耐高温エロージョン・コロージョン性を満足することができなかったのは、以下の理由による。即ち、従来高Cr合金のように耐高温エロージョン性を向上させるために、C含有量を0.5%以上と高くした場合、CとCrがNi、Mn、Si、Cr炭化物を形成してCrが消費される。この際、元々のCr含有量が低いと、合金マトリックス中の、特に境界に析出した前記炭化物に付着した部分(前記炭化物にCrが消費された部分)のCr量が他の部分よりも減少して、この炭化物に付着した部分の耐高温コロージョン性を確保するためのCr地量Crが不足することになる。このため、特に境界に析出した前記炭化物に付着した部分に境界腐食が生ずることになる。そして、この境界腐食が生じた場合には、上記部分を受け持った部分に有数のボイラ部材の厚みが減少することになり、薄部にボイラ部材の厚みを残した部分より劣ることになってしまう。ボイラ部材の寿命を著しく短めることとなる。

【0010】この問題を克服するためには、合金マトリックス中に、特に境界に析出した前記炭化物に付着した部

分、前記炭化物にCrが消費された部分)のCr量を確保する必要がある。C含有量を増すとCrが炭化物を形成してCrが消費される量に見合ったCr含有量が必要となる。したがって、本発明では、Cr含有量35～60%とともに、Cr量とC量との比Cr/Cを規定した35≦Cr/C≦90。

【0011】例えば、前記特公昭64-7145号公報の合金では、C含有量が1.5%以上であるにも拘らず、Cr含有量が35%以下と低いために、Cr/Cは最高でも21程度しかなく、CとCrが形成する前記炭化物によって耐高温エロージョン性は優れるものの、特に境界に析出した前記炭化物に付着した部分のCr量が不足して、この炭化物に付着した部分の耐高温コロージョン性が劣ることとなる。また、特開平1-273893号公報の合金では、逆に、Cr含有量は35%以上あるにも拘らず、C含有量が0.50%以下と低いためにCr/Cは最低でも70程度となり、Crによる耐高温コロージョン性は優れるものの、CとCrが形成する前記炭化物量が不足して、耐高温エロージョン性が劣ることとなる。また、特公昭2-36359号公報では、Cr含有量自体が8.0～14.0%と低く、耐高温エロージョン性・耐高温コロージョン性の両方とも劣っている。

【0012】更に、前記CとCrとの関係に加えて、本発明者は、Ni、Mn、Siのごみ焼却炉ボイラ用部材の使用環境における挙動について検討した。そして、この結果、ごみ焼却炉ボイラ用部材の300℃を越える高温域の溶融炭化物と溶融硫化物とを混在した非常に過酷な腐食環境下では、これらの成分は、合金中に存在すると、即って合金の耐高温コロージョン性を阻害することを知見した。特にNiは、前記腐食環境下におけるSの濃度が高い場合には、著しく耐食性を劣化させる。したがって、本発明ではNi、Mn、Siを含まず、不純物レベル以下に規制するとともに、合金中のNiの量を適切に制御する。

【0013】この点、前記特公昭64-7145号公報の合金はNi基合金であり、特開昭55-134542号公報の合金では、ニッケル-コバルト-クロム合金としてNiを20～47%と多量に含み、また、特開昭63-10087号公報の合金では、Niを1～7%、Crを3～6.3%と多量に含んでいる。更に、特許第361551号公報の合金でも、Niを30～50%、Niを0.5～3%、Crを0.5～5%含んでいる。したがって、前記ごみ焼却炉ボイラ用部材の300℃を越える高温域の溶融炭化物と溶融硫化物とを混在した非常に過酷な腐食環境下では、これらの従来技術の合金は、必然的に耐高温コロージョン性が劣ることとなる。

【0014】更に、本発明者(ごみ焼却炉合金乃至ボイラ部材)の調査を船る背景使用環境では、高Cr合金系合金で問題となる点状相の生成を防止する必要がある。この点、本発明では、CとCrとの比Cr/Cを規定してCを抑制し、点状相の生成を防止する。また、Cr/Cの抑制によって、必要により、鉄と取の(含有量)を1%以下とすることで、この点状相の生成を防止する。このため、Ni、Mn、Siを含む特公昭33-7145号公報、特公昭1-273893号公報、

特開2007-10077号公報、特許第2533887号公報、あるいはNi含有量が少ない乃至含有しない特開2011-19174号公報の合金では、前記環境において、酸化相が必然的に生成し、使用中の熱応力または耐高温コージョンによって、合金材の割れの原因となるとともに、酸化によって、前記炭化物と同様に消費されるため、耐食性も劣化する。

【0015】

【発明の実施の形態】以下に、本発明高Cr合金における、C、Si、Mn、Cr、およびNiの量的範囲の意義について説明する。まず、CはCoおよび/またはFe合金マトリックス中で、CrとW、Cr、W、C、炭化物を形成して合金の耐高温エロージョン性を向上させる。この効果を発揮させるためには、Cの含有量が0.3%以上必要であるが、一方でCの含有量が1.5%を超えると、前記炭化物量が過剰となって、却って合金の酸化を招く。したがって、Cの含有量は0.5～1.5%の範囲とする。

【0016】Crは、Coおよび/またはFe合金マトリックス中で、CrとW、Cr、W、C、炭化物を形成して合金の耐高温エロージョン性を向上させる。Crが3%未満では、Cの含有量が低い場合でも、生成炭化物の絶対量が不足して、耐高温エロージョン性が不足する。またCrの含有量が60%を超えると、耐高温エロージョン性は却ってやや低下するとともに、前記炭化物量が過剰となって合金の酸化を招く。したがって、Cの含有量は35～60%の範囲とする。更に、前記した通り、耐高温エロージョン性を向上させるために、C含有量を高くした場合、CとCrがW、Cr、W、C、炭化物を形成してCrが消費されるが、この時Cr含有量が低いと、合金マトリックス中の、特に粒界に析出した前記炭化物に当たった部分のCr量が他の部分よりも減少して、この炭化物に当たった部分の耐高温コージョン性を確保するためのCの絶対量が不足することになる。これを防止し、合金マトリックス中の、特に粒界に析出した前記炭化物に当たった部分のCr量を確保するために、C含有量乃至CとCrが炭化物を形成してCrが消費される量に見合ったCr含有量として、Cr量とC量との比Cr/Cを35以上とする必要がある。また、一方Cの含有量が低く、Cr含有量が高い場合には、前記の酸化相が生成しやすくなり、合金の酸化が顕著になるため、この酸化相の生成を防止するために、Crの上限は90以下と規定する。したがって、Crは35～90の範囲とする。

【0017】Siは、使用中に合金表面に吸着するガラス層を形成することにより、合金の耐高温コージョン性を向上させる。また、このガラス層が数時間の脱炭素化にも必要である。この効果を発揮させるためには、

Siの含有量が0.5%以上であるが、一方でSiを超える含有は、前記酸化相が生成しやすくなり、合金の酸化が顕著になる。したがって、Siの含有量は0.5～1.5%の範囲とする。

【0018】Mnは、合金が数時間の脱炭素化および合金の耐食

性を向上させ、耐高温コージョン性を向上させるために有効である。この効果を発揮させるためには、0.3%以上の含有が必要であるが、一方でSiを超える含有は合金の酸化を招く。したがって、Mnの含有量は0.5～1.5%の範囲とする。

【0019】また、本発明高Cr合金の組成範囲において、C含有量を低くして、耐高温コージョン性を向上重視した合金組成にした場合には、酸化相が生成し合金が酸化しやすくなる可能性がある。したがって、この酸化相の生成を防止する必要がある場合には、Niを0.3～1.5%選択的に含有させることが好ましい。このNiの効果を発揮させるためには、3%以上のNiの含有が必要であるが、一方で15%を超える含有は、前記した通り、Siによる腐食が著しい環境下では、合金の耐高温コージョン性を劣化させる。したがって、Niを含有させる場合の含有量は3～15%の範囲とする。

【0020】本発明高Cr合金マトリックスを構成するCo乃至Feについて、Co基合金を選択した場合、Coの効果により、Fe基合金の場合よりも、耐高温エロージョン、コージョン性は向上する。しかし、本発明高Cr合金では、前記C、Si、Mn、Cr、およびNiなどの成分調整により、Fe基合金としても、従来合金より耐高温エロージョン、コージョン性は優れている。したがって、Coは高価であるので、コストと耐高温エロージョン、コージョン性との兼ね合いで、即ち、例えばごみ焼却炉ボイラの耐高温エロージョン、コージョン性の要求性能に依り、Co基合金かFe基合金かを選択するとともに、CoとFeとを混合した合金とする場合には、CoとFeとの量的な割合を調整する。

【0021】更に、前記以外の成分については、本発明では基本的に不純物であり、できるだけ少ない方が好ましい。このうち、特にW、Vは、前記した通り、本発明高Cr合金乃至高Cr合金部材の500℃を超える高温腐食環境下では、合金の耐食性を著しく劣化させるとともに、酸化相の生成を促進する作用があるため、可能な限り低く抑えるべきである。

【0022】本発明高Cr合金の製造方法としては、公知の溶解、鋳造方法が使用可能であるが、その中でも合金の酸化を抑制しつつ、使用部材形状に近い形状（ニアネットシェイプ）に鋳造可能な方法が好ましい。具体的には、公知の真空溶解乃至不活性ガス雰囲気下などの非酸化性雰囲気下で、本発明成分範囲内に合金を溶かし、鋳造のまゝ乃至必要に応じて加工を行い、直接ごみ焼却炉ボイラなどの部材に適用することが可能である。

【0023】なお、前記は数例である。加工部が大きい成形加工が必要な形状や至極複雑な形状が必要な部材には、コールド部材への成形性などを考慮して、本発明合金を鍛造や鍛造などの部材の表面に被覆する至極層を形成して、クラック、亀合、腐食やクラック形成などに起因する合金部材としての不都合を、耐食性コージョン、コ

ロージョン性は、基本的に、ごみ焼却炉ボイラの部材の表面部分の特性の問題であるので、前記高Cr合金部材としても、耐高温エロージョン・コロージョン性の効果は十分発揮できる。この本発明高Cr合金を鋼管や鋼板の表面に被覆乃至外層を形成し、高Cr合金部材を製造する方法は、溶射、夫塗り溶接、粉末押出、遠心鑄造・拡管などの公知の手法が適宜選択できる。なお、粉末押出法による場合は、鋼管や鋼板の表面に本発明合金の粉末層を形成した複合ピレットを形成して押し出す。また、遠心鑄造・拡管法による場合は、本発明高Cr合金を遠心鑄造して外層を形成しておき、その中に鋼管（伝熱管）を挿入して、マンドレルあるいは液圧などで拡管する。

【0024】

【実施例】表1に示す組成の本発明高Cr合金および比較例合金を、真空溶接にて10kgのインゴットに溶製した。この鑄造したままのインゴットから、外径20φ×厚さ10mmの試験片を切り出し、この試験片を用いて、ごみ焼却炉ボイラの模擬環境下で耐高温エロージョン・コロージョン性の試験を実施した。図1に試験装置の概略を模式的に示す。図1において、試験装置は、平均粒子サイズ300 μmのけい砂6を底部に堆積するとともに、模擬ガス5の吹き込み口4を上部に有する炉1と、この炉1を囲んで配置された炉内を加熱するヒータ3a、3b、3c、および炉1の側面に設けられたモーター7と、モーター7から炉1内に挿入された回転軸8と、この回転軸8の先端に設けられた試験片9の固定治具9とからなる。図1の試験装置を用いた試験方法乃至条件は、炉1内の温度を600℃に加熱し（試験温度）、試験片2を5g/secの回転速度で回転させ、底部に堆積したけい砂6と炉内とを順次連続的に、繰り返し通過暴露させながら、1580℃-5%CO₂-15%O₂-1000ppmCO-1000ppmSO₂-1000ppmECI-残部N₂の模擬ガス5を炉内に吹き込んで、流動床式ごみ焼却炉の疑似炉内乃至流動層（床）を形成した。この条件での試験を連続して100hr行い、試験後の試験片の、減肉速度から耐高温エロージョン性、境界腐食状況から耐高温コロージョン性を、またシャルピー試験から合金の靱性（脆化の程度）を評価した。この結果を表1に示す。

【0025】なお、減肉速度（μm/hr）は、試験片の表面スケールを除去した後、マイクロメーターで試験片の外径を測定し、試験前の試験片の外径との比較で減肉量を求めた。また、境界腐食（μm）は、試験表面スケールを剥ぎ、試験片の断面を光学顕微鏡で観察し、境界腐食の深さを測定した。更に、シャルピー試験は、ごみ焼却炉ボイラ用、前記試験装置に炉内の温度に合せた、約100℃前後のシャルピー吸収エネルギーを求めた。

【0026】表1から明らかな通り、発明例No.13～19は、減肉速度が10μm/hr以下であり、耐高温エロジ

ョン性に優れていることが分かる。また、境界腐食は10μm以下であり、耐高温コロージョン性に優れていることが分かる。更に、シャルピー吸収エネルギーは40以上であり、合金の脆化が少なく靱性に優れていることが分かる。この発明例の中でも、No.18などのように、他の発明例よりもCr含有量が著しいほど減肉速度が小さく耐高温エロージョン性に優れている。また、No.13などのように、他の発明例よりもCr/CrFが高いほど境界腐食の深さが小さく耐高温コロージョン性に優れている。更に、このNo.13はNiを含有しているため、シャルピー吸収エネルギーが高く、合金の脆化が少なく靱性に優れている。

【0027】これに対し、表2から明らかな通り、比較例No.1～12は、本発明高Cr合金組成範囲をはずれているため、耐高温エロージョン性、耐高温コロージョン性、合金の靱性のいずれかが乃至いずれにおいても、発明例よりも劣っている。より具体的には、比較例No.1、11、12はCr含有量が本発明範囲の上限乃至下限よりはずれている。比較例No.3はSi含有量が本発明範囲の上限をはずれている。比較例No.1、2、5、8、11、12はCr含有量が本発明範囲の上限乃至下限よりはずれている。また、比較例No.4、7、10は本発明で規制すべきNo.8を実質量含んでいる。更に、比較例No.1、3、5、8、10、12はCr/CrFが本発明範囲の上限乃至下限よりはずれている。これら比較例の中でも、特にCr/CrFが高いNo.1、3は脆化相が生成し、特にCr含有量が高いNo.12は炭化物量が多くなりすぎ、各々特に靱性が著しく低くなっている。また、特にCr/CrFが低いNo.5、8、10は、境界のCr量が不足し、境界腐食の深さが大きく、特に耐高温コロージョン性に劣っている。更に、特にCr含有量が高いNo.12は炭化物量が少なすぎて、特に耐高温コロージョン性に劣っている。したがって、以上の結果から、本発明高Cr合金組成の、C、Si、Mn、Cr、Cr/CrFおよびNiの量的範囲規定の意義が明らかである。

【0028】本発明高Cr合金乃至高Cr合金部材は、このように耐高温エロージョン・コロージョン性に優れているので、特にごみ焼却炉ボイラ用、更には流動床式ごみ焼却炉ボイラ用の伝熱管等に好適に用いられる。実施例の結果からすると、例えば、流動床式ごみ焼却炉ボイラ用の伝熱管（鋼製伝熱管の外周に被覆）とした場合、比較例に比して、伝熱管の寿命を約1.5～2倍延ばすことが可能となる。したがって、この用途以外にも、焼物の使用環境で、前記焼却炉ボイラと同等の耐高温エロージョン・コロージョン性が求められる、諸金属製、諸合金製、生鉄・鍛造鋼、鋳鋼、ステンレス鋼、Ti合金、Al合金、Cu合金、Ni合金、Niチタン合金等の各種用途に、好適に用いることが出来る。

【0029】

【表1】

略号	区分	合金の化学成分 (mass%)									
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	Fe	Co	Cu
1	比較例	0.34	1.52	1.10	33.2	—	—	—	残部	20	98
2	比較例	0.55	1.48	0.97	30.5	—	—	—	残部	—	55
3	比較例	0.50	1.05	0.99	49.8	—	—	—	残部	—	100
4	比較例	0.54	1.12	1.04	35.5	—	2.49	4.87	—	残部	55
5	比較例	1.05	5.01	1.01	28.8	—	—	—	—	残部	28
6	比較例	1.01	2.98	1.02	40.2	残部	—	—	—	—	40
7	比較例	0.99	1.51	1.10	39.5	—	1.48	2.89	—	残部	40
8	比較例	1.01	1.46	1.06	30.8	—	—	—	—	残部	30
9	比較例	1.50	1.50	0.98	51.3	24.8	—	—	—	残部	34
10	比較例	1.49	1.50	1.01	49.8	—	0.97	1.90	—	残部	33
11	比較例	1.52	1.48	1.04	69.5	—	—	—	—	残部	45
12	比較例	2.05	1.52	1.01	60.2	—	—	—	—	残部	29
13	発明例	0.52	1.12	1.02	35.1	0.5	—	—	—	残部	68
14	発明例	1.01	1.02	0.98	40.2	—	—	—	残部	10	40
15	発明例	0.98	1.03	1.03	39.8	—	—	—	—	残部	41
16	発明例	1.00	3.98	0.99	40.1	—	—	—	—	残部	40
17	発明例	1.01	1.46	1.04	55.2	5.2	0.05	0.05	—	残部	55
18	発明例	1.50	1.44	1.01	55.0	—	0.3	—	—	残部	37
19	発明例	0.99	1.01	0.98	40.0	—	—	0.3	残部	—	40

【0030】

【表2】

略号	区分	減圧速度 (mm/h)	粒度積算 (mm)	圧力吸収 (MPa)
1	比較例	0.35	50	5
2	比較例	0.33	120	15
3	比較例	0.24	30	3
4	比較例	0.30	80	9
5	比較例	0.33	220	15
6	比較例	0.32	200	17
7	比較例	0.29	160	14
8	比較例	0.28	240	15
9	比較例	0.21	190	14
10	比較例	0.25	230	13
11	比較例	0.27	70	10
12	比較例	0.19	180	8
13	発明例	0.19	30	20
14	発明例	0.18	150	17
15	発明例	0.16	140	17
16	発明例	0.15	100	17
17	発明例	0.12	70	16
18	発明例	0.10	120	14
19	発明例	0.20	170	15

【0031】

【発明の効果】以上述べた通り、本発明に係る高圧合金乃至高圧合金部材によれば、使用温度が500℃以上の、より厳しい高温エロージョン乃至コロージョン環境下にあっても、優れた耐高温エロージョン・コロージョン性や略性を発揮する。したがって、流動床式等のゴミ焼却炉ボイラ伝熱管などの部材を、著しく高寿命化することが可能で、ゴミ焼却炉ボイラを従来よりも一層効率化することができる等の優れた効果を奏する。

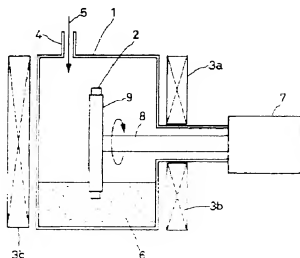
10 【図面の簡単な説明】

【図1】ゴミ焼却炉ボイラの模擬環境下での、耐高温エロージョン・コロージョン性試験装置の概略を示す模式図である。

【符号の説明】

- 1: 炉
2: 試験片
3a, 3b, 3c: ヒータ
4: 吹き込み口
5: 模擬ガス
6: けい砂
7: モーター
8: 回転軸
9: 固定治具

【図1】



フロントページの概要

© 2000 Blackwell Science Ltd

FD-13 (Rev. 6-6)

7236 5 39

参考文献

下页整理番号

110

7028 37 34

P236 5-30

技術表示箇所